



University of Groningen

## Ontharding van glazuur

Davidson, Carel Leon

**IMPORTANT NOTE:** You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

### *Document Version*

Publisher's PDF, also known as Version of record

### *Publication date:*

1973

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

### *Citation for published version (APA):*

Davidson, C. L. (1973). Ontharding van glazuur: een fysich-chemisch model van carieus glazuur. s.n.

### **Copyright**

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

### **Take-down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

## 9.0. SAMENVATTING

Dit proefschrift handelt over fysische en chemische eigenschappen van gaaf, gedemineraliseerd en geëtsd glazuur.

Na een uiteenzetting over de structuur van glazuur op macroscopisch, microscopisch en submicroscopisch niveau wordt een literatuurstudie gegeven van de eigenschappen van het materiaal. Hierbij is met name de rol, die het hydroxylapatiet in het glazuur speelt, benadrukt.

Het cariësproces wordt vervolgens ingeleid, waarna een bespreking volgt van de *in vitro* gebruikte methoden om de carieuze aantasting van glazuur te simuleren. Het gecompliceerde proces, waarbij er *een zachte lesie onder het harde glazuuroppervlak* ontstaat is slechts ten dele te verklaren door aan te nemen, dat het minerale bestanddeel door inwerking van zuren wordt verwijderd. Een onderscheid wordt gemaakt tussen demineralisatie met behulp van zwakke zuren, zoals melkzuur, die opgelost zijn in gelatine (kunstmatige plaque) en het etsen van glazuur met behulp van een sterk zuur zoals  $\text{HClO}_4$ .

Omdat een belangrijk deel van de experimenten in dit onderzoek zijn uitgevoerd met behulp van de ultrageluidstechniek wordt een hoofdstuk gewijd aan basiseigenschappen van geluid. Tevens wordt de samenhang tussen de brekingswetten van geluid en de materiaaleigenschappen, zoals de elasticiteitsmodulus en de specifieke dichtheid besproken.

Het materiaal, dat voor dit onderzoek gebruikt werd, was glazuur dat verwijderd werd van pas geëxtraheerde menselijke- en runder-tanden. De wijze waarop het glazuurlaagje van de tanden werd afgenomen, wordt in detail omschreven, evenals de wijze waarop het gave glazuur gedemineraliseerd werd.

Een verscheidenheid van laboratoriumtechnieken is aangewend om een zo goed mogelijk beeld te verwerven van de chemische en fysische eigenschappen van glazuur. De bepalingen van het calciumgehalte werden gemeten met behulp van de atoomabsorptietechniek in gewichts-% en indirect in volumeverhouding met behulp van de electron microprobe analyse. De fosfaatconcentraties en het watergehalte werden door middel van infrarood spectraalanalyses

en differentiële thermogravimetrie bepaald.

De specifieke dichtheid werd akoestisch en pyknometrisch gemeten, terwijl de elastische moduli akoestisch en met behulp van een trekbank werden bepaald.

De microhardheidsmetingen werden uitgevoerd volgens de methode van Knoop.

Om verschil in eigenschappen tussen diverse preparaten zo veel mogelijk in de beschouwing te betrekken, is ernaar gestreefd diverse bepalingen aan eenzelfde glazuurmonster te verrichten. Vooral door het niet-destructieve karakter van de ultrageluids-techniek kon dit streven met succes worden verwezenlijkt. Van de dwarsdoorsnede van de monsters werden optisch- en scanning electronmicroscopische opnamen gemaakt.

De belangrijkste conclusies uit dit onderzoek waren:

1. Het calciumgehalte in het meest ontkalkte deel van de carieuze lesie is maximaal slechts 20 gewichts% lager dan dat van gaaf glazuur.
2. Het  $\text{HPO}_4^{2-}$ -gehalte van carieus glazuur is 3 à 4 maal zo hoog als dat van gaaf glazuur.
3. Het gehalte aan ongebonden water is in carieus glazuur niet hoger dan in gaaf glazuur.
4. In carieus glazuur bevindt zich zeer veel gebonden water.
5. Het demineralisatieproces verlaagt de dichtheid van glazuur continu van 2.92 tot ca.  $2.4 \text{ g/cm}^3$ . De dichtheid is een functie van het calciumgehalte.
6. Het demineralisatieproces verlaagt de microhardheid van glazuur continue van 400 tot ca. 40 K.H.N. De ontharding van glazuur is voornamelijk afhankelijk van de zuurinwerkingstijd en in mindere mate van de verlaging van het calciumgehalte.
7. Het demineralisatieproces verlaagt de elasticiteitsmodulus van glazuur continu van ca. 10 tot ca.  $4 \times 10^4 \text{ MN/m}^2$ .

Er is een model afgeleid, dat de samenhang van de gedane waarnemingen beschrijft. Dit model is gehanteerd om de snelle ontharding van het glazuur ten gevolge van de demineralisatie te verklaren. De desintegratie van het glazuur in de lesie onder een betrekkelijk onaangetaste oppervlakkige laag, kan voornamelijk worden toegeschreven aan een transformatie van apatiet in brushiet. Hiervoor zijn waterstofionen door de oppervlakkige laag naar binnen gedrongen, waarna calciumionen uit het materiaal worden gestoten. De apatietskristallieten in de lesie worden waarschijnlijk van binnenuit, in de longitudinale richting door het zuur opgelost. Hierdoor ontstaan pijpvormig uitgeholde kristallieten, waarbinnen het brushiet precipiteert. Per gewichtseenheid apatiet vormt zich echter een hoeveelheid brushiet, dat een *groter volume* inneemt dan het, door het oplossen van het apatiet, vrijgekomen volume. De grote interne spanningen die hierdoor ontstaan zijn er waarschijnlijk de oorzaak van dat de apatietskristallieten uiteenvallen en hun samenhang en oriëntatie in de organische matrix verliezen. Doordat tijdens het initiële kunstmatige cariësproces geen volumeverandering kan worden waargenomen is het waarschijnlijk dat niet al het opgeloste apatiet in brushiet wordt getransformeerd en de overmaat aan calcium- en fosfaationen uit het materiaal worden gestoten. De afname van het lokale calciumgehalte in de lesie is quantitatief in overeenstemming met deze veronderstelling.

De elasticiteitsmodulus van het gedemineraliseerde glazuur is een continue functie van de volumeverhouding van twee componenten, waarvan één hydroxylapatiet is met een elasticiteitsmodulus van ca.  $12 \times 10^4 \text{ MN/m}^2$ . De elasticiteitsmodulus van de tweede component is geschat op ca.  $1.4 \times 10^4 \text{ MN/m}^2$ , hetgeen overeenkomt met de elasticiteitsmodulus van gips,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , een aan brushiet verwante structuur.

Uit de microhardheids- en de elasticiteitsmetingen kon worden afgeleid, dat de mechanische anisotropie van het glazuur, zoals die veroorzaakt wordt door de prismastuctuur, door de demineralisatie verloren gaat.

In dit onderzoek is eveneens aandacht besteed aan de eigenschappen van geëtst glazuur. Het mechanisme van de zuurinwerking is bij etsen met een sterk zuur geheel verschillend van dat bij langzame demineralisatie in zwakzure buffer oplossingen van gelatine. Etsen veroorzaakt *geen* lesie, doch een gelijkmatige ontkalking, die overeenkomt met een afname van ca. 9 gewichtsprocenten calcium. Het geëtste glazuur bevat een zeer hoog  $\text{HPO}_4^{2-}$  gehalte. De dichtheid van geëtst glazuur is echter slechts enkele procenten lager dan dat van gaaf glazuur, terwijl de microhardheid ca. 130 K.H.N. bedraagt. De fysische eigenschappen en het calciumgehalte van geëtst glazuur vertonen overeenstemming met die van de, de lesie bedekkende oppervlakkige laag. Tenslotte worden enige suggesties gedaan omtrent de rol, die het fluorideion in het remineralisatieproces kan vervullen. De aanwezigheid van brushiet belemmert de kristallisatie (remineralisatie) van apatiet, terwijl fluor(b.v. door lokaalapplicatie aangebracht) de transformatie van brushiet in apatiet bevordert.